



# Автоматизированные системы учёта потребления энергоносителей на базе вычислителя «Гамма 055»

Альберт Налбандян, Александр Егоров

В статье рассматриваются подходы к решению вопросов коммерческого, а также технологического учёта потребления энергоносителей (природный газ, насыщенный или перегретый водяной пар, тепловая энергия горячей воды) предприятиями-потребителями.

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ

Актуальность вопросов, связанных с учётом энергоносителей (природный газ, тепло), возникла с появлением в экономике новых хозяйственных отношений, когда за потреблённый энергоноситель нужно платить. Очевидной стала заинтересованность предприятия-потребителя в высокой точности измерения расхода в широком диапазоне, а эксплуатируемый парк контрольно-измерительных приборов, как правило, не позволял из-за своих метрологических характеристик реализовать это.

Первоначально, не имея конкретного заказчика, наша фирма поставила себе задачу разработать вычислитель, а на его базе и автоматизированную сис-

тему учёта, которая бы удовлетворяла техническим и метрологическим требованиям Центра стандартизации и метрологии газового хозяйства и была бы привлекательна для заказчиков по стоимости и надёжности.

Экономическая целесообразность подобных разработок определяется тем, что, несмотря на относительную дороговизну, внедрение таких систем окупается в очень короткие сроки в силу следующих причин:

- достигается точность на порядок выше, чем у большинства эксплуатируемых контрольно-измерительных приборов;
- расширяется динамический диапазон измерения расхода природного газа и других энергоносителей;

- отсутствует субъективный фактор возможных погрешностей при расчётах;
- обеспечивается возможность контроля режима потребления в реальном масштабе времени.

## ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Критерием выбора технических средств для построения автоматизированной системы учёта был принят показатель надёжности её составных частей. В СНГ и на Украине более десяти лет эксплуатируются первичные преобразователи давления и разности давлений типа «Сапфир-22», а в последнее время — преобразователи «Метран», которые зарекомендовали себя как надёжные, относительно недорогие и, что немаловажно, они включены в Госреестр Украины как средства измерений. При разработке вычислителя, получившего название «ГАММА 055», выбор остановился на микроконтроллере фирмы Octagon Systems 5083, который полностью удовлетворял предъявленным техническим и эксплуатационным требованиям. Коммутационные возможности платы 5083 позволяют подключить к вычислителю «ГАММА 055» практически любой датчик, преобразователь, измеритель, имеющий стандартные средства сопряжения.

Основными критериями выбора именно этого микроконтроллера были следующие:

- достаточное количество аналоговых входов при разрядности АЦП, обеспеч-



Расходомерное устройство системы учёта потребления газа, внедрённой на Губинихском сахарозаводе

печаивающей низкий уровень погрешности преобразования;

- наличие необходимого количества последовательных портов;
- большой объём памяти данных.

Высокая производительность микроконтроллера достигалась за счет программного обеспечения, написанного на ассемблере. Для сравнения приведем пример: на базе микроконтроллера 5083 длительность одного цикла программы расчёта объёмного расхода природного газа, написанной на ассемблере, составила 0,2 с, а при использовании встроенного языка SAMBasic — 4 с.

В составе автоматизированной системы вычислитель должен быть отдельной, законченной составной частью системы и, как любое средство измерения (например, датчик давления), должен иметь нормированную погрешность (класс точности), что является обязательным условием для применения в системах коммерческого учета. Кроме того, при всём многообразии решений задач, вычислитель как отдельное средство измерения целесообразно не привязывать к определённому типу датчиков. По этим причинам мы сочли нужным провести вычислитель через контрольные испытания для включения в Госреестр средств измерения Украины.

## Вычислитель «ГАММА 055»

### Назначение

Вычислитель «ГАММА 055» (рис. 1) предназначен для

- преобразования, вычисления и индикации значений выходных сигналов датчиков температуры и избыточного или абсолютного давления природного газа по ГОСТ 5542 (далее по тексту — газа);
- преобразования, вычисления и индикации значения выходного частотного сигнала счетчика объёма газа (вариант исполнения «ГАММА 055К»);
- преобразования, вычисления и индикации значений выходного сигнала датчиков перепада давления, использующих стандартную диафрагму или осредняющие напорные трубки (вариант исполнения «ГАММА 055Г» — для газа, вариант исполнения «ГАММА 055Т» — для водяного пара или горячей воды);
- вычисления и индикации объёмного расхода и объёма газа, приведённых

к нормальным условиям, тепловой мощности и тепловой энергии водяного пара или горячей воды, в соответствии с «Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. РД 50-213-80».

Вычислитель в составе узла учёта на базе расходомера со стандартной диафрагмой или со счетчиком газа может применяться для учёта газа, протекающего по двум трубопроводам на газораспределительных пунктах предприятий-потребителей, газораспределительных и компрессорных станциях магистральных газопроводов.

### Точностные характеристики

Границы относительной погрешности вычислителя при преобразовании выходных сигналов измерительных преобразователей и вычислении объёма газа составляют  $\pm 0,25\%$  в диапазоне 1:30 от максимального расхода ( $Q_{\min} = Q_{\max}/30$ ,  $Q$  — расход газа) при использовании 3 преобразователей разности давлений.

### Функциональные возможности

Вычислитель обеспечивает формирование, запоминание и выдачу на печатающее устройство или через модем по выделенной или телефонной линии на центральный компьютер следующей информации:

- среднесуточные значения температуры, давления, перепада давления

или расхода газа в рабочих условиях и вычисленном объёме газа, приведённого к нормальным условиям, за 400 суток для каждого трубопровода;

- среднечасовые значения температуры, избыточного давления, перепада давления или расхода газа в рабочих условиях и вычисленный почасовой объём газа за 120 суток для одного трубопровода или за 60 суток для каждого из двух трубопроводов;
  - данные о 200 последних аварийных ситуациях с фиксацией причины аварии, времени её начала и конца, в том числе, о выходе значений измеряемых параметров ( $T$ ,  $P$ ,  $\Delta P$ ) за границы рабочих диапазонов преобразователей и снижении напряжения электропитания для каждого трубопровода;
  - данные о 200 последних нештатных ситуациях с фиксацией типа нештатной ситуации и времени её начала и конца для каждого трубопровода;
  - данные о 400 последних вводах оператором условно постоянных характеристик газа, а также корректировки времени с фиксацией времени ввода или изменения характеристик. Вычислитель с помощью персонального компьютера обеспечивает возможность
  - ввода данных, характеризующих расходомерный узел, с фиксацией даты и времени (режим программирования вычислителя);
  - ввода параметров, характеризующих выходные сигналы первичных преобразователей и назначение каналов АЦП;
  - изменения параметров, характеризующих состав природного газа и атмосферное давление (при использовании преобразователя избыточного давления);
  - отображения всех преобразованных сигналов преобразователей и вычисленный расход, а также промежуточных значений величин, характеризующих расход;
  - считывания всех архивов и сохранения их в виде файлов на жёстком диске персонального компьютера в папке с наименованием предприятия.
- С помощью 16-клавишной клавиатуры (КР-1 или КР-2 фирмы Octagon Systems) возможно
- вызывать индикацию на ЖКИ (LCD-4×20 фирмы Octagon Systems) всех текущих параметров;



Рис. 1. Общий вид вычислителя «ГАММА 055»

- вводить значения условно постоянных характеристик газа и атмосферного давления;
- корректировать время;
- вводить команды печати архивов.

Последовательные порты COM1 и COM2 используются для подключения принтера и модема. Последовательный порт COM3 зарезервирован для работы вычислителя с интеллектуальными преобразователями по HART-протоколу.

Коммутация датчиков с АЦП вычислителя выполняется с помощью клеммных плат Octagon Systems или Fastwel.

Внутренняя конструкция вычислителя «ГАММА 055» показана на рис. 2.

### СОСТАВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Автоматизированная система учёта потребления природного газа содержит три уровня:

а) нижний уровень — первичные измерительные преобразователи (ПИП), выполняющие непрерывное измерение расхода природного газа по узлам учёта (рис. 3);

б) средний уровень — вычислитель объёма газа, осуществляющий непре-



Рис. 2. Внутренняя конструкция вычислителя «ГАММА 055»

рывный сбор аналоговой и цифровой информации с ПИП с периодом не более 5 с, накопление, обработку и передачу этих данных на верхний уровень;

в) верхний уровень — персональный компьютер (ПК) со специализированным программным обеспечением, осуществляющий сбор информации с группы вычислителей среднего уровня, итоговую обработку этой информации по узлам учёта.

На схеме (рис. 4) представлен вариант исполнения системы на базе вы-



Рис. 3. Стойка измерительных приборов

числителя «ГАММА 055Г», специально предназначенного для измерения расхода газа.

В её состав входят:

- ПК и принтер, установленные в диспетчерском пункте; требования к ПК должны быть не ниже Pentium 133 МГц, RAM 16 Мбайт, SVGA;
- внешний модем, который при использовании выделенной линии дол-

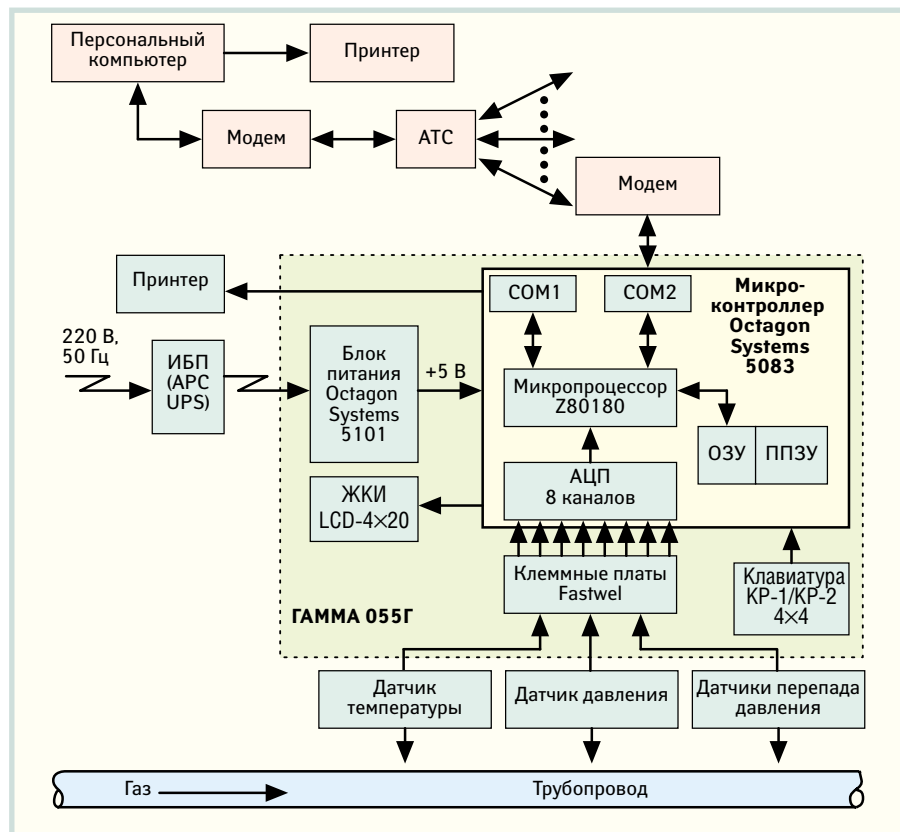


Рис. 4. Схема автоматизированной системы учета потребления газа на базе «ГАММА 055Г»

жен поддерживать данный режим и быть соответственно сконфигурированным;

- вычислитель на базе устройств фирмы Octagon Systems: микроконтроллера 5083, ЖКИ LCD-4x20 и клавиатуры (4x4) КР-1/КР-2;
- источник бесперебойного питания (ИБП) фирмы APC;
- блок питания с выходным номиналом 5 В;
- клеммные платы фирмы Fastwel для коммутации датчиков с АЦП вычислителя;
- датчик температуры;
- датчик давления;
- датчики перепада давления.

От одного проекта к другому схема системы может претерпевать некоторые изменения: возможно использование разных типов клавиатур, ЖКИ, клеммных плат, допустимо применение аналогичных по назначению, но построенных на различных физических принципах измерительных приборов, вместо блока питания Octagon Systems 5101 в ряде случаев оказывается более целесообразной установка источника фирмы Artesyn. Однако микроконтроллер 5083 остаётся постоянной частью системы во всех её вариантах и модификациях.

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Программное обеспечение системы включает в себя два программных продукта:

- программу микроконтроллера, обеспечивающую вычисление расхода энергоносителя (авторские права защищены документом ПА № 2571 Украины);
- программу для удаленного терминала (ПК оператора), предоставляющую оператору возможность считывать или вносить необходимые данные.

Программа микроконтроллера реализована на языке низкого уровня (асемблер для Z80), что позволило значительно ускорить работу самой программной части, а также наилучшим образом реализовать взаимодействие программных и аппаратных средств.

Структуру данной программы можно представить в виде законченных блоков:

- блок обработки сигналов АЦП;
- блок пользовательского интерфейса и обработки ввода с клавиатуры;
- блок приёма/передачи данных через последовательный порт RS-232;
- блок вывода на печать;
- блок анализа аварийных и нестандартных ситуаций;



- блок расчёта расхода энергоносителя.

Блок расчёта расхода энергоносителя меняется в зависимости от типа носителя энергии в соответствии со стандартизированной документацией.

Передача данных между вычислителем и удалённым терминалом осуществляется при помощи модемной связи по интерфейсу RS-232. Протокол передачи, помимо аппаратного контроля, включает в себя также программный контроль целостности данных, использующий циклические коды (CRC), что с учётом невысокой скорости передачи существенно способствует повышению надёжности связи и достоверности передаваемых данных.

Помимо связи с удалённым терминалом, реализована возможность конфигурирования и вывода на печать непосредственно с вычислителя. Ввод новых значений и запросов на печать осуществляется с помощью встроенной в корпус вычислителя клавиатуры.

Дальнейшее развитие программной части состоит в улучшении пользовательского интерфейса, увеличении хранимых архивов, планируется также реализация возможности замены входных параметров на константы.

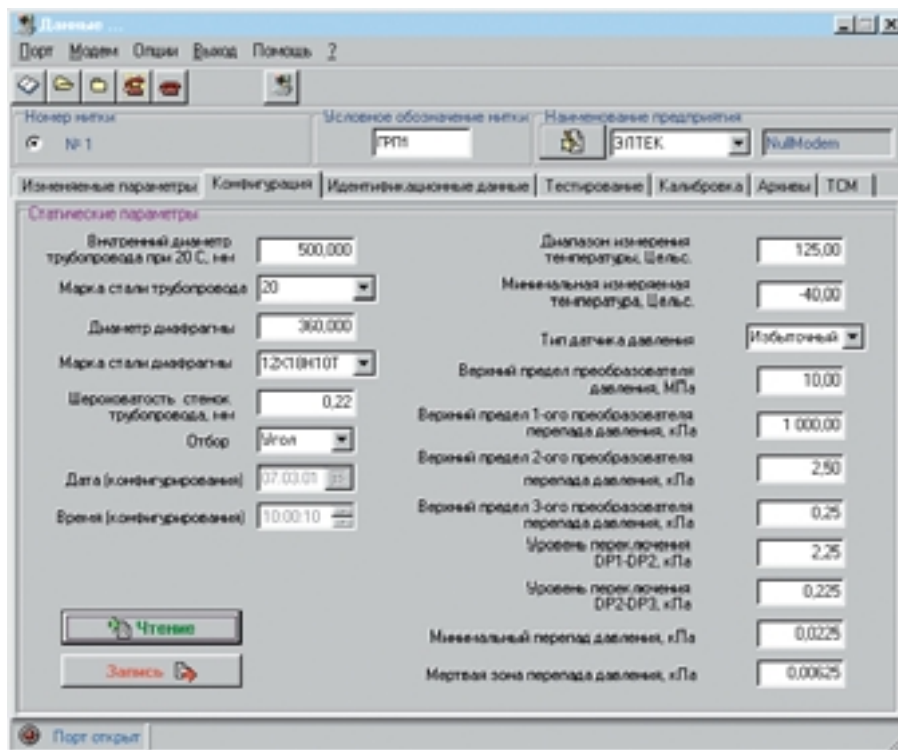


Рис. 5. Окно конфигурирования каналов АЦП вычислителя

Программное обеспечение ПК оператора функционирует в среде Windows 95/98/NT. Данная программа предназначена для улучшения эргономических характеристик при работе оператора с вычислителем и сама по себе не яв-

ляется носителем архивов информации. Пользователю предоставляется удобный графический интерфейс с возможностями:

- работы с несколькими вычислителями;
- конфигурирования (запись постоянных характеристик) вычислителя (рис. 5);
- чтения и отображения в виде таблиц потребления энергоносителя за указанный месяц (сутки);
- вывода данных на печать;
- архивирования данных на НЖМД персонального компьютера;
- отображения мгновенных расчётных и измеряемых данных (рис. 6);
- электронной справки и всплывающих подсказок по интересующему пользователя вопросу.

Работа с несколькими вычислителями реализована при помощи телефонной связи. Каждый вычислитель, входящий в состав опрашиваемой сети, должен соответственно иметь свой телефонный номер, по которому и будет осуществляться связь. Программой также поддерживается возможность соединения по выделенной линии связи, что существенно улучшает качество и скорость соединения.

Архивирование данных на НЖМД ПК позволяет мгновенно получить данные за указанную дату даже при отсутствии связи с вычислителем. При возникновении вопросов, связанных с обеспечением безопасности, существу-

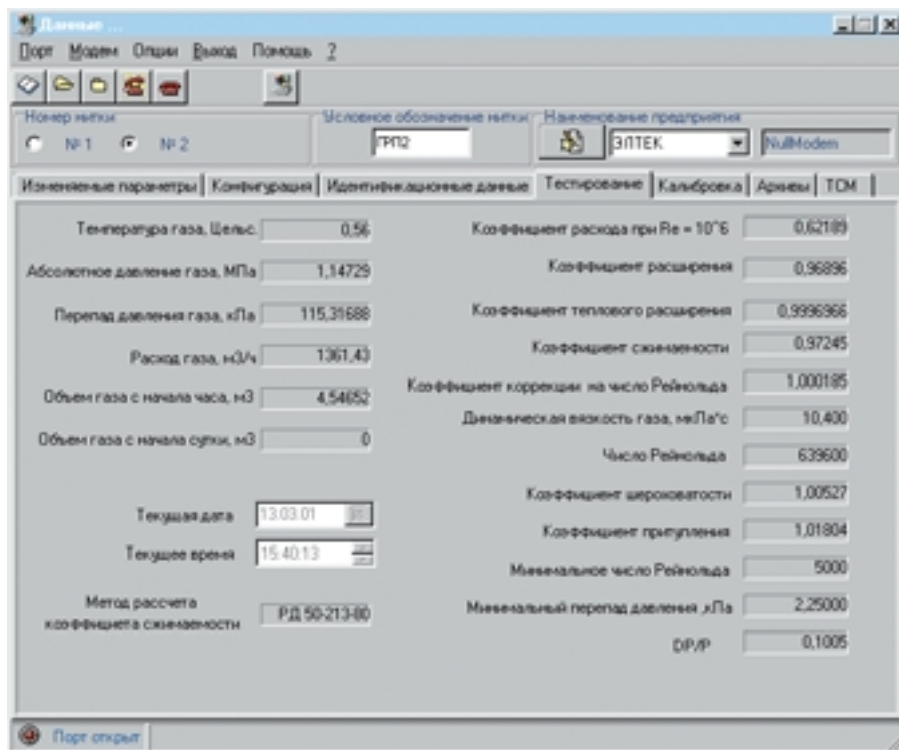


Рис. 6. Окно отображения мгновенных значений данных

ет возможность запросить данные напрямую из вычислителя. В дальнейшем планируется увеличить скорость связи с вычислителем с сохранением необходимого качества связи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вычислители «ГАММА 055» в составе автоматизированной системы были внедрены в коммерческую эксплуатацию с 1998 г. более чем на 10 узлах учёта потребления природного газа: на сахарных заводах ассоциации «Харьков-сахар», УГЦ «Укрспецгазон», Полтавском заводе медицинского стекла, Лозовском кузнечно-механическом заводе, на 4 узлах учёта в качестве корректора счетчиков газа (Купянский литейный завод), а также в модифицированном варианте на узле учёта тепловой энергии перегретого пара Купянского молочноконсервного комбината.

По отзывам с этих предприятий, настройка и работа автоматизированной системы проста, понятна и удобна, за время эксплуатации не было зафиксировано ни одного выхода из строя системы и её составных частей, а экономический эффект от её внедрения составляет 5-10%.

Для снижения себестоимости вычислителя была разработана 16-канальная 16-разрядная плата аналогового ввода к контроллеру Octagon Systems 5081. Соответствующий вариант вычислителя «Гамма-Флоу» уже прошёл государственные приёмочные испытания для

включения в Госреестр средств измерения Украины.

Ведутся работы по созданию в перспективе общегородской централизованной системы учёта потребления предприятиями природного газа на базе описанных вычислителей, которые планируется устанавливать непосредственно на узлах учёта потребителей природного газа и через среду связи подключать к удалённому ПК АРМ диспетчера городского газового хозяйства.

Разработанная нашей фирмой система является основой для комплексного решения этой проблемы. Она позволит газоснабжающим организациям

- осуществлять централизованный учёт и оперативный контроль режимов потребления газа;
- производить оперативную оценку текущего потребления, интегральную оценку потребления за заданные интервалы времени;
- выполнять ряд специфических задач коммерческого учёта, таких как защита алгоритмов обработки и данных коммерческого учёта, проверка времени непрерывной работы оборудования, генерация признаков нарушения правил коммерческого учёта, проведение поверки и проверки работы оборудования. ●

Авторы — сотрудники

ООО «ЭлТек»

Телефоны: (0572) 17-5681, 30-9743